

Magnetic stirrer - includes sensor monitoring synchronism of rotating core and driving field, the field being produced by fixed spools supplied with phase displaced alternating current

Patent Number: DE4201693

Publication date: 1993-04-08

Inventor(s):

Applicant(s):

Requested Patent: ☐ DE4201693

Application Number: DE19924201693 19920123

Priority Number(s): DE19924201693 19920123

IPC Classification: B01F13/04 ; B01F13/08

EC Classification: B01F13/08C3

Equivalents:

Abstract

A magnetic stirrer includes a core section in a vessel filled with liq., which is rotated by a magnetic field, and a sensor which monitors the synchronism of the core and the driving magnetic field. The magnetic field is produced by a number of fixed spools which are supplied by phase displaced alternating currents. At least 1 spool also acts as the sensor.

ADVANTAGE - The stirrer is efficient and enables synchronism to be monitored without the need for a special sensor.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 42 01 693 C 1

51 Int. Cl.⁵:
B 01 F 13/08
B 01 F 13/04

21 Aktenzeichen: P 42 01 693.2-23
22 Anmeldetag: 23. 1. 92
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 4. 93

DE 42 01 693 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Sartorius AG, 3400 Göttingen, DE

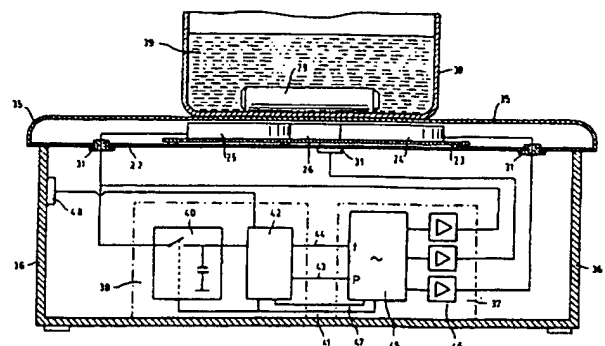
72 Erfinder:
Pertsch, Thomas, Dr., 3400 Göttingen, DE; Bürkholtz,
Claus, 3513 Staufenberg, DE; Pandit, Madhukar,
Prof. Dr.-Ing., 6750 Kaiserslautern, DE; Oldendorf,
Christian, 3400 Göttingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	33 22 409 C2
DE	39 17 165 A1
DE	34 45 446 A1
DE	31 02 661 A1
US	36 93 941

54 Magnetrührer mit Überwachungseinheit

57 Für einen Magnetrührer mit einem Rührkern (29), der sich in einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefäß (30) befindet und der durch ein Magnetfeld in eine Drehbewegung gebracht werden kann, und mit einem Sensor, der die Synchronität zwischen dem Rührkern (29) und dem antreibenden Magnetfeld überwacht, wird vorgeschlagen, daß das Magnetfeld für die Drehbewegung durch mehrere ortsfeste Spulen (24, 25, 26) erzeugt wird, die mit mehreren phasenverschobenen Wechselströmen hochohmig gespeist werden (Wechselstromansteuerung), und daß mindestens eine der Spulen (24, 25, 26) gleichzeitig als Sensorspule für die Überwachung der Synchronität zwischen Rührkern (29) und dem antreibenden Magnetfeld benutzt wird. Auf diese Weise kann die Überwachung auf Synchronität ohne einen gesondert einzubauenden Sensor erfolgen.



DE 42 01 693 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Magnetrührer mit einem Rührkern, der sich in einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefäß befindet und der durch ein Magnetfeld in eine Drehbewegung gebracht werden kann, und mit einem Sensor, der die Synchronität zwischen dem Rührkern und dem antreibenden Magnetfeld überwacht.

Magnetführer dieser Art sind z. B. aus der DE-OS 31 02 661 und der DE-PS 33 22 409 bekannt. In der DE-OS 31 02 661 ist der Sensor im Rührgefäß oder unmittelbar daneben angeordnet. Da der Sensor im Rührgefäß den Rührvorgang ungünstig beeinflusst und auch die Anbringung und Fixierung des Sensors neben dem Rührgefäß umständlich ist, ist in der DE-PS 33 22 409 bereits vorgeschlagen, den Sensor als Induktionsspule auszubilden und innerhalb der Aufstellplatte anzuordnen. Nachteilig an dieser Ausführungsform bleibt der Aufwand und Platzbedarf für die zusätzliche Induktionsspule.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Magnetrührer anzugeben, der ohne einen gesonderten Sensor auskommt und trotzdem die Überwachung der Synchronität zwischen Rührkern und dem antreibenden Magnetfeld erlaubt.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß das Magnetfeld für die Drehbewegung durch mehrere ortsfeste Spulen erzeugt wird, die mit mehreren phasenverschobenen Wechselströmen hochohmig gespeist werden (Wechselstromansteuerung), und daß mindestens eine der Spulen gleichzeitig als Sensorspule für die Überwachung der Synchronität zwischen Rührkern und dem antreibenden Magnetfeld benutzt wird.

Die Erfindung benutzt also nicht einen elektromotorischen Antrieb, der einen Permanentmagneten in Rotation versetzt, um ein magnetisches Drehfeld zu erzeugen, sondern statt dessen mehrere ortsfeste Spulen (z. B. 3 Spulen), die von mehreren phasenverschobenen Wechselströmen gespeist werden. Dies Verfahren allein ist im Prinzip bereits bekannt und z. B. in der US-PS 36 93 941 beschrieben. Die Ansteuerung der Spulen erfolgt in der bekannten Ausführung durch eine Wechselspannung. Die Erfindung geht nun auf eine hochohmige Ansteuerung der Spulen (Wechselstromansteuerung) über und kann dadurch eine dieser Spulen gleichzeitig als Sensorspule für die Überwachung der Synchronität zwischen Rührkern und dem antreibenden Magnetfeld nutzen. Die in der Sensor-/Antriebsspule vom Rührkern induzierte Spannung überlagert sich der vom eingepprägten Wechselstrom erzeugten Spannung und kann durch geeignete Schaltungen von dieser getrennt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der schematischen Figuren beschrieben. Dabei zeigt:

Fig. 1 die Außenansicht eines Magnetrührers mit aufgesetztem Gefäß,

Fig. 2 einen Schnitt durch den Magnetrührer aus Fig. 1 und ein Blockschaltbild der Elektronik,

Fig. 3 die Außenansicht einer Waage mit integriertem Magnetrührer und

Fig. 4 einen Schnitt durch die Waage aus Fig. 3 und ein Blockschaltbild der eingebauten Elektronik.

Der Magnetrührer, der in Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht und in Fig. 2 im Schnitt dargestellt ist, besteht aus einem Gehäuse 36 mit einer Aufstellplatte 35 zum Aufstellen des Rührgefäßes 30. Innerhalb des

Gehäuses 36 sind auf einer weichmagnetischen Rückschlußplatte 23 drei Spulen 24, 25 und 26 befestigt, die von einer Elektronik 37 (nur in Fig. 2 gezeichnet) mit drei phasenverschobenen Wechselspannungen/Wechselströmen gespeist werden. Dadurch wird ein magnetisches Drehfeld erzeugt, das den magnetisierten Rührkern 29 im Becherglas 30 mitnimmt. In Fig. 2 erkennt man weiter die Durchführungen 31 für die Stromzuführungen zu den Spulen 24, 25 und 26 und eine Befestigungsplatte 22, die die Rückschlußplatte 23 mit den Spulen 24, 25 und 26 trägt. Der Aufbau und die Funktionsweise dieses Magnetrührers ist bis hierhin konventionell, eine ausführliche Erläuterung ist deshalb nicht notwendig.

Neu ist nun, daß die Spulen 24, 25 und 26 hochohmig angesteuert werden, also der Wechselstrom durch die Spulen vorgegeben wird, und daß die Spannung an einer der Spulen, nämlich der Spule 25, einer Steuereinheit 38 zugeführt wird. Die in der Spule 25 durch die Bewegung des Rührkerns 29 induzierte Spannung überlagert sich der Spannung, die vom Antriebswechselstrom induziert wird und kann in der Steuereinheit 38 durch geeignete Schaltungen wieder separiert und ausgewertet werden. In Fig. 2 ist als Beispiel solch einer Schaltung ein Sample-and-Hold-Glied 40 gezeichnet, das die Spannung zu einem bestimmten Zeitpunkt, der über die Leitung 41 synchron zum Antriebswechselstrom vorgegeben wird, abtastet und dem Auswerteteil 42 der Steuereinheit 38 zuführt. Eine Spannung, die gleich der durch den Antriebswechselstrom in der Spule 25 induzierten Spannung ist, kann durch die Leitung 47 dem Auswerteteil 42 zugeführt werden und kann dort vom Gesamtsignal subtrahiert werden. Die Abtastzeitdauer des Sample-and-Hold-Gliedes 40 kann dabei sehr kurz gewählt sein, so daß die Spannung zu einem bestimmten Zeitpunkt abgetastet wird, sie kann aber auch länger gewählt sein, so daß die Spannung z. B. über eine viertel Periode aufintegriert und gemittelt wird.

Die Überwachung auf Synchronität zwischen Rührkern und antreibendem Magnetfeld kann in verschiedener Weise durch Regelstrategien innerhalb der Steuereinheit ausgenutzt werden: Erkennt die Steuereinheit 38 z. B., daß sich der Rührkern 29 synchron mit dem antreibenden magnetischen Drehfeld dreht, so kann sie über die Steuerleitung 43 die Antriebsleistung der Antriebselektronik 37 langsam herabsetzen, bis die Nichtsynchronität feststellt. Daraufhin wird die Steuereinheit 38 die Antriebsleistung erhöhen, bis die Synchronität wieder erreicht ist und wird eine Antriebsleistung dicht oberhalb der Grenze zur Nichtsynchronität beibehalten. Durch diese Einstellung auf eine minimale Leistung ist gleichzeitig eine deutliche Energieeinsparung verbunden gegenüber Magnetrührern, die immer mit ihrer maximalen Leistung arbeiten. — Dies ist also eine Regelstrategie zur Minimierung der Verlustleistung bei vorgegebener Solldrehzahl.

Stellt die Steuereinheit fest, daß auch mit der maximal zur Verfügung stehenden Antriebsleistung keine Synchronität zwischen Rührkern und antreibendem magnetischem Drehfeld zu erreichen ist, so setzt sie über die Steuerleitung 44 die Frequenz der Antriebselektronik 37 herab und prüft, ob nicht bei einer geringeren Antriebsfrequenz ein synchrones Drehen des Rührkerns möglich ist. Dies wird im allgemeinen der Fall sein, da mit sinkender Drehzahl das notwendige Antriebsdrehmoment stark zurückgeht. Die Steuereinheit 38 kann dann durch Herabsetzen der Antriebsleistung prüfen, ob auch mit weniger als der Maximalleistung ein syn-

chroner Rührbetrieb möglich ist. Ist dies der Fall, kann die Steuereinheit 38 die Antriebsfrequenz wieder etwas heraufsetzen, bis die maximal zur Verfügung stehende Antriebsleistung oder bis die vom Benutzer vorgewählte Drehzahl erreicht ist. — Auf diese Weise ist es durch langsames Hochfahren der Frequenz möglich, eine Rührfrequenz zu erreichen und bei dieser Rührfrequenz stabil zu rühren, die wegen der Massenträgheit des Rührkerns 29 und der Flüssigkeit 39 direkt nicht erreicht werden kann. Gegenüber einem einfachen zeitgesteuerten Hochfahren der Frequenz hat das vorgeschlagene Verfahren mit der Sensorspule zur Synchronitätsüberwachung den Vorteil der maximalen Hochfahrgeschwindigkeit und der automatischen Erkennung der Grenze, bis zu der bei der gegebenen Viskosität der Flüssigkeit 39, der gegebenen Geometrie und der gegebenen Maximalleistung der Antriebselektronik die Rührfrequenz gesteigert werden kann.

Sollte jedoch auch auf diese Weise keine Synchronität zwischen dem Rührkern 29 und dem antreibenden Magnetfeld erzielbar sein, so ist ein optischer oder akustischer Signalgeber 48 vorhanden, der von der Steuereinheit 38 angesteuert wird und ein Warnsignal abgibt. Dieses Warnsignal kann selbstverständlich auch dann angesteuert werden, wenn die erzielbare Rührfrequenz z. B. kleiner als 50% der vom Benutzer vorgewählten Rührfrequenz ist.

In Fig. 2 erkennt man weiter als Bestandteil der Antriebselektronik 37 einen Oszillator 45, der drei jeweils um 120 Grad gegeneinander phasenverschobene Wechselspannungen abgibt, die in den nachfolgenden Leistungsverstärkern 46 verstärkt werden und den Wechselstrom in die Spulen 24, 25 und 26 einspeisen. Der Oszillator 45 kann über eine Steuerleitung 44 in seiner Frequenz verändert werden und über eine Steuerleitung 43 kann die Ausgangsspannung verändert werden.

In den Fig. 3 und 4 ist ein erfindungsgemäßer Magnetrührer gezeigt, der in eine Waage integriert ist, wie es bereits aus der DE-OS 39 17 165 bekannt ist. Durch diese Integration ergibt sich häufig eine deutliche Zeiteinsparung, da die Zeit für die Wägung und das anschließende Umsetzen auf einen getrennten Magnetrührer entfällt und die Wägung stattdessen nebenbei während des Rührvorganges stattfindet. Daneben ist es z. B. auch möglich, bei Suspensionen das Absetzen der Partikel während des Wägevorganges zu verhindern, so daß die Suspension sofort nach der Wägung weiterverarbeitet werden kann. Dadurch ist z. B. eine portionierende Entnahme der Suspension aus einem Vorratsbehälter unmittelbar von der Waage aus möglich. Auch in Verbindung mit filtrierenden Rührzellen, wie sie z. B. durch die DE-OS 34 45 446 bekannt sind, lassen sich kontinuierliche Filtrationen und Aufkonzentrationen gravimetrisch überwachen.

In der perspektivischen Gesamtansicht der Waage mit Rührer in Fig. 3 erkennt man das Gehäuse 3, die Waagschale 20, die Anzeige 19 und Bedienungstasten 21. Die Waagschale 20 ist etwas höher ausgebildet als bei üblichen Waagen, um die Antriebsspulen 24, 25 und 26 für den Magnetrührer aufzunehmen. Eine der Bedienungstasten 21 kann z. B. zur Vorgabe einer Sollzahl für den Rührkern dienen.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch die wesentlichen mechanischen Teile der Waage und ein Blockschaltbild der Elektronik, wobei das Gehäuse 3 nur teilweise angedeutet ist. Das Wägesystem besteht aus einem Systemträger 1, an dem über zwei Lenker 4 und 5 mit den Gelenkstellen 6 ein Lastaufnehmer 2 in senkrechter Richtung

beweglich befestigt ist. Am Lastaufnehmer 2 ist eine Unterschale 12 befestigt, die über isolierende Gummipuffer 13 und ebenfalls isolierende Gegenstücke 31 die eigentliche Waagschale 20/22 trägt.

Die der Masse des Wägegutes entsprechende Kraft wird vom Lastaufnehmer 2 über ein Koppellement 9 auf den Lastarm des Übersetzungshebels 7 übertragen. Der Übersetzungshebel 7 ist durch ein Kreuzfedergelenk 8 am Systemträger 1 gelagert. Am Kompensationsarm des Übersetzungshebels 7 ist ein Spulenkörper mit einer Spule 11 befestigt. Die Spule 11 befindet sich im Luftspalt eines Permanentmagnetsystems 10 und erzeugt die Kompensationskraft. Die Größe des Kompensationsstromes durch die Spule 11 wird dabei in bekannter Weise durch einen Lagensensor 16 und einen Regelverstärker 14 so geregelt, daß Gleichgewicht zwischen dem Gewicht des Wägegutes und der elektromagnetisch erzeugten Kompensationskraft herrscht. Der Kompensationsstrom erzeugt an einem Meßwiderstand 15 eine Meßspannung, die einem Analog/Digital-Wandler 17 zugeführt wird. Das digitalisierte Ergebnis wird von einer digitalen Signalverarbeitungseinheit 18 übernommen und in der Anzeige 19 digital angezeigt. Von den verschiedenen Bedienungstasten 21 ist in Fig. 4 nur eine eingezeichnet. Diese Teile des Wägesystems der elektronischen Waage sind allgemein bekannt und im vorstehenden daher nur ganz kurz beschrieben.

Zusätzlich sind nun innerhalb der Waagschale 20/22 die drei Spulen 24, 25 und 26 untergebracht, die auf dem weichmagnetischen Rückschluß 23 befestigt sind. Diese Spulen werden über Leitungen 27 und 27' mit Wechselströmen versorgt, wobei die Phasenlage dieser Wechselströme zueinander so gewählt ist, daß oberhalb der Spulen auf der Waagschale ein magnetisches Drehfeld entsteht. Von diesem Drehfeld wird ein Rührmagnet 29 im Behälter 30 auf der Waagschale mitgenommen. Die Oberseite 20 der Waagschale muß daher aus einem unmagnetischen Material bestehen. Das Durchgreifen der magnetischen Feldlinie nach unten wird durch den weichmagnetischen Rückschluß 23 und durch die ebenfalls weichmagnetische Unterplatte 22 der Waagschale 20/22 verhindert.

Dadurch werden Wägefehler aufgrund von magnetischen Kräften zwischen den Spulen 24, 25 und 26 einerseits und beispielsweise dem Permanentmagneten 10 andererseits verhindert.

Die magnetischen Kräfte zwischen den Spulen 24, 25 und 26 und dem Rührmagneten im Behälter auf der Waagschale stören die Wägung nicht, da sie sich als innere Kräfte innerhalb des zu wägenden Systems aufheben.

Von den insgesamt vier Stromzuführungen für die drei Spulen 24, 25 und 26 sind in Fig. 4 nur zwei gezeichnet. Die anderen beiden Stromzuführungen (zur dritten Spule und zum gemeinsamen Massepunkt) sind in gleicher Weise ausgeführt. Die gehäusefesten Leitungen 27 und 27' sind über flexible Verbindungen 32 mit einer Stromdurchführung 33 im Innern der isolierenden Gummipuffer 13 verbunden. Die flexiblen Verbindungen 32 sind notwendig, um Krafrückwirkungen auf das Wägesystem zu verhindern. Die Stromdurchführungen 33 enden in Kontaktplättchen auf der Oberseite der Gummipuffer 13. In entsprechender Weise tragen die Isolierstücke 31 Kontaktplättchen auf ihrer Unterseite, an die die Zuleitungen zu den Spulen 24, 25 und 26 angeschlossen sind. Durch diesen Aufbau der Stromzuführungen kann die Waagschale 20/22 abgehoben und z. B. gesäubert werden und beim Wiederauflegen auf die Gummi-

puffer 13 wird die elektrische Verbindung zu den Spulen 24, 25 und 26 automatisch wieder hergestellt.

Die eventuellen dynamischen Störkräfte durch die Bewegung des Rührers und des Wägegutes werden durch digitale Filterung in der digitalen Signalverarbeitungseinheit 18 praktisch vollständig unterdrückt. Dazu erzeugt die digitale Signalverarbeitungseinheit 18 die Signale für die Ansteuerung der Spulen 24, 25 und 26 selbst. Nur der Leistungsverstärker 28 ist als getrennte Baugruppe außerhalb der digitalen Signalverarbeitungseinheit 18 vorhanden. (Von den drei Stromausgängen des Leistungsverstärkers 28 sind in Fig. 4 nur zwei gezeichnet.) Der digitalen Signalverarbeitungseinheit ist dadurch die genaue Rührfrequenz bekannt, so daß sie bei der digitalen Filterung der Meßwerte vom Meßwertaufnehmer den Filteralgorithmusso wählen kann, daß gerade diese Frequenz besonders stark unterdrückt wird. Dadurch stören die durch das Rühren verursachten dynamischen Störkräfte das Wägeergebnis in der Anzeige praktisch nicht.

Die Überwachung der Synchronität zwischen Rührkern 29 und antreibendem magnetischem Drehfeld erfolgt in der bereits beschriebenen Weise durch die Auswertung der in der Spule 24 induzierten Spannung. Diese Spannung wird an der Zuleitung 27' zur Spule 24 abgegriffen, in der Steuereinheit 38 ausgewertet und das Ergebnis dem Mikroprozessor 18 zur entsprechenden Ansteuerung des Leistungsverstärkers 28 und damit der Spulen 24, 25 und 26 zugeführt.

dadurch gekennzeichnet, daß Hilfsmittel (21) zur Vorgabe einer Solldrehzahl vorhanden sind und daß in der Steuereinheit (38) Regelstrategien zum Erreichen und Halten der vorgegebenen Drehzahlen implementiert sind.

7. Magnetrührer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein optischer oder akustischer Signalgeber (48) vorhanden ist, der ein Signal abgibt, falls keine Synchronität zwischen dem Rührkern (29) und dem antreibenden Magnetfeld erzielt werden kann.

8. Magnetrührer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen (24, 25, 26) zur Erzeugung des antreibenden Magnetfeldes in die Waagschale (20) einer Waage integriert sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Magnetrührer mit einem Rührkern (29), der sich in einem mit Flüssigkeit gefüllten Gefäß (30) befindet und der durch ein Magnetfeld in eine Drehbewegung gebracht werden kann, und mit einem Sensor, der die Synchronität zwischen dem Rührkern (29) und dem antreibenden Magnetfeld überwacht, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetfeld für die Drehbewegung durch mehrere ortsfeste Spulen (24, 25, 26) erzeugt wird, die mit mehreren phasenverschobenen Wechselströmen hochohmig gespeist werden (Wechselstromansteuerung), und daß mindestens eine der Spulen (24, 25, 26) gleichzeitig als Sensorspule für die Überwachung der Synchronität zwischen Rührkern (29) und dem antreibenden Magnetfeld benutzt wird.

2. Magnetrührer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Sensorspule (24, 25) zu bestimmten Zeitpunkten induzierte Spannung gemessen wird.

3. Magnetrührer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Sensorspule (24, 25) während eines gewissen Zeitintervalls induzierte Spannung aufintegriert und damit gemessen wird.

4. Magnetrührer nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeitpunkte bzw. Zeitintervalle, in denen die in der Sensorspule (24, 25) induzierte Spannung gemessen wird, synchron mit der Periode der Speisewechselströme der Antriebsspulen (24, 25, 26) gewählt sind.

5. Magnetrührer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal der Sensorspule (24, 25) in einer Steuereinheit (38) die Amplitude und/oder die Frequenz der Wechselströme regelt, die das antreibende Magnetfeld erzeugen.

6. Magnetrührer nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

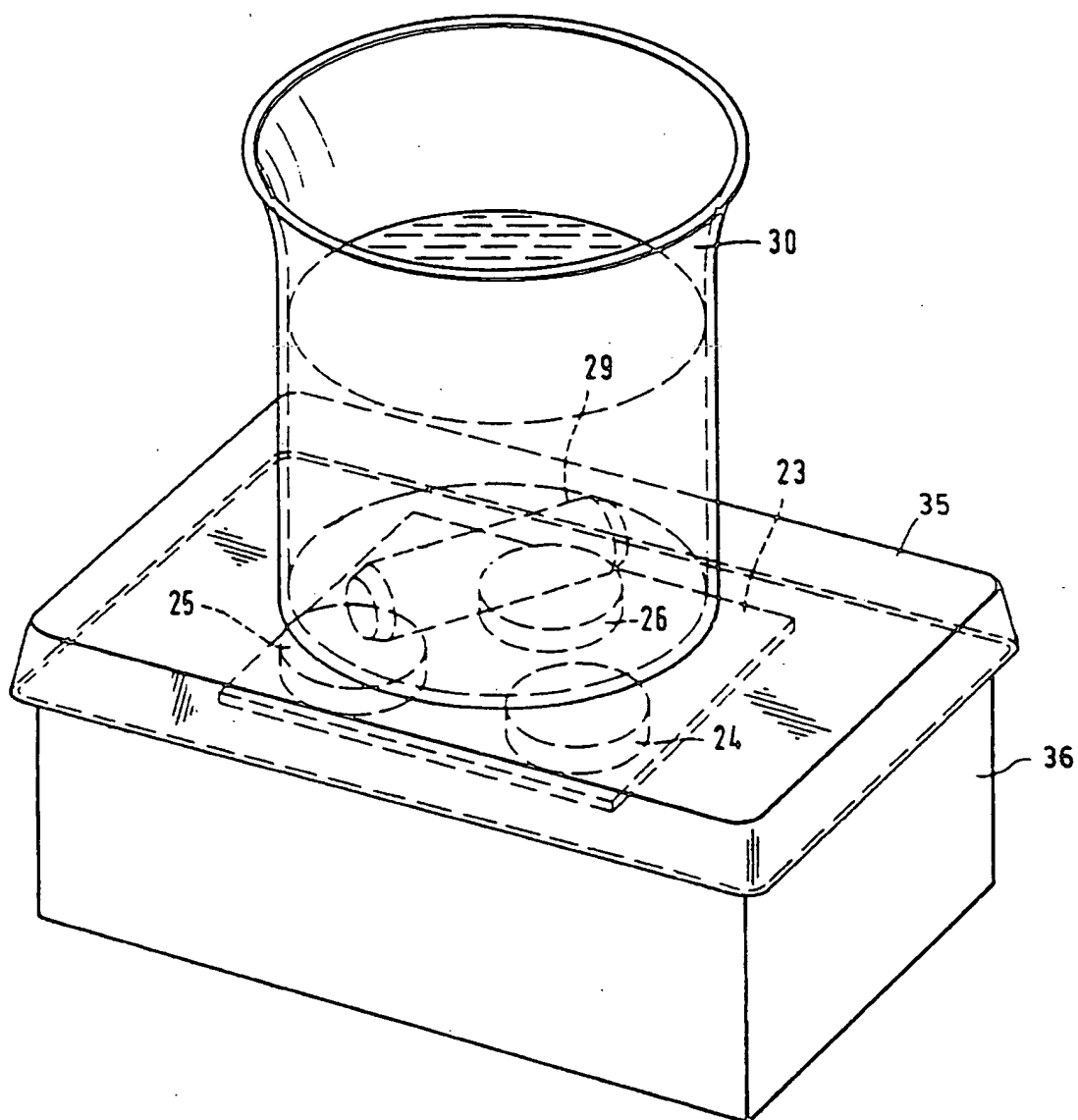
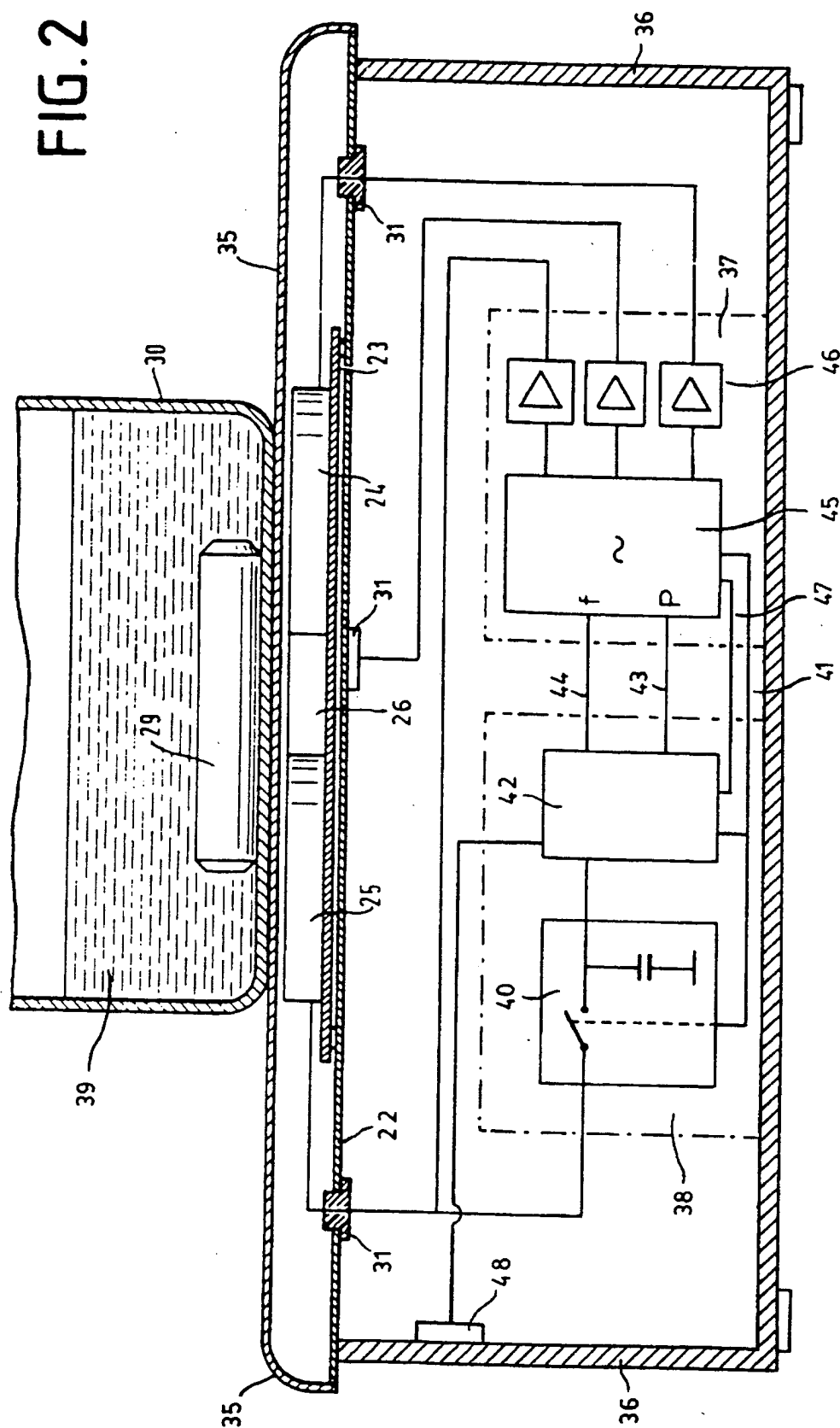


FIG. 1

FIG. 2



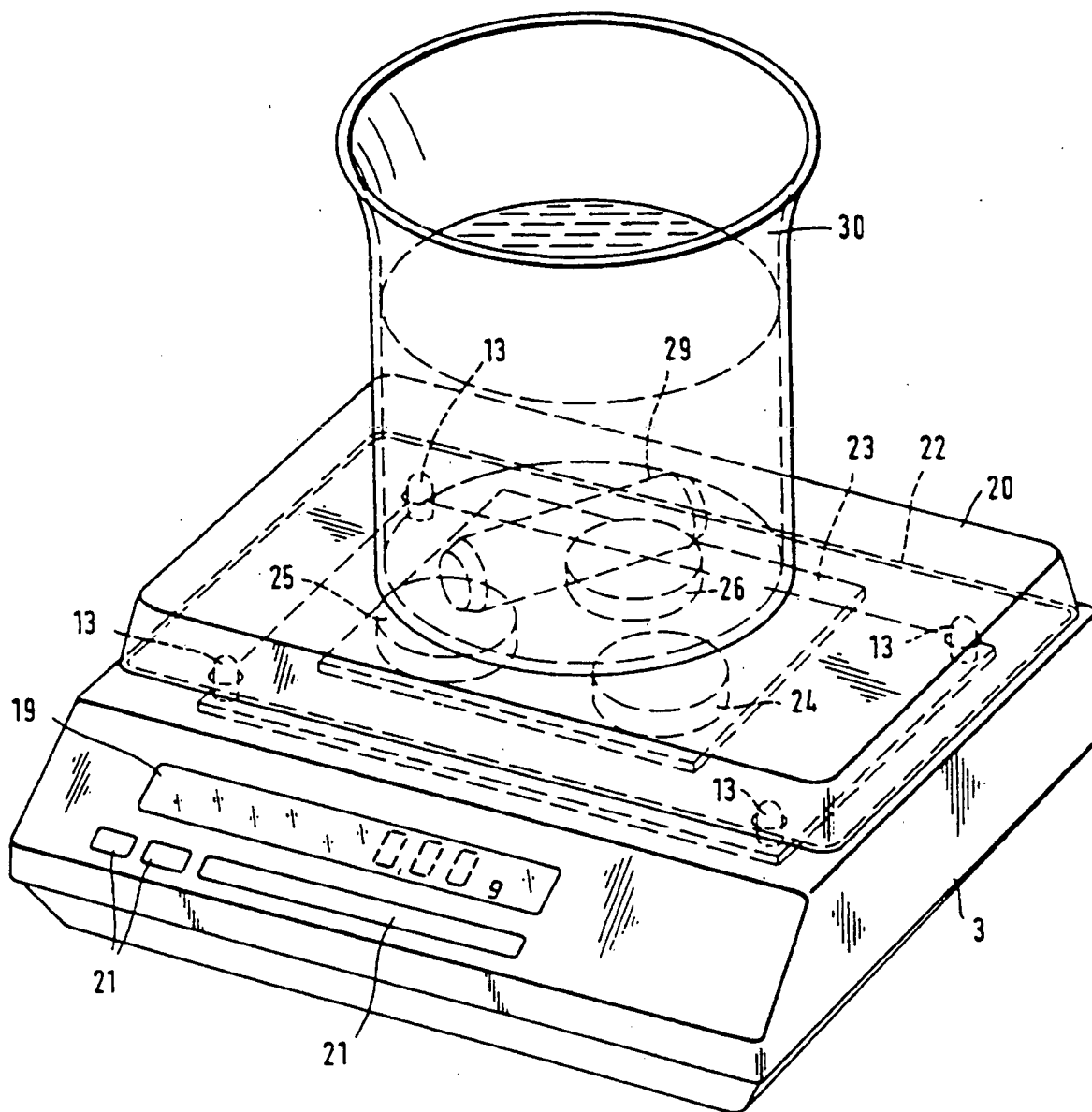


FIG. 3

FIG. 4

